

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

大学院 電気通信学研究科			博士前期課程 量子・物質工学専攻		
氏 名	鳴海 徹			学籍番号 0533037	
論文題目	GaN系半導体光電極による水分解の研究				

＜背景と目的＞

半導体電極による水分解は、水と光という無尽蔵な原料を用いて再生可能エネルギーである水素燃料を製造する技術として有用である。TiO₂を用いた本多藤嶋効果をはじめ、様々な半導体に関して電極材料として検討が行われたが、電極溶解や応答波長などの問題で太陽光による高効率な水分解電極は実現していない。GaN系半導体はp型が作製可能で、電子親和力が比較的小さく、伝導帯端が水素発生電位より高く、光で励起された電子が水の還元に必要なエネルギーを得られる。さらに、InGaN混晶を用いると太陽光中の可視域を利用可能となる。本研究の目的は、GaN系半導体(p-GaN,p-InGaN)電極の基本的な電極特性の解明、及び可視光照射による高効率水分解電極の実現である。その過程で、電極表面からの散乱光を用い水分解過程のその場観察を試みた。

＜実験結果と考察＞

これまで、次のような結果が得られた。

1. p-GaN電極の紫外光励起によるカソード方向光電流観測と水分解水素生成。
2. 光電流が経時的に減少する電極劣化と、その原因が活性化した表面付近のMgアクセプタのパッシベーションによると判明。

今回、バンドギャップエネルギーが可視光に相当するp-In_{0.12}Ga_{0.88}Nを使用した電極において、光電流量子効率(Incident Photon to Current Efficiency : IPCE)測定を行い可視光領域でカソード方向の光電流が得られた(図1)。

次に、電極表面に生じる微小水素泡を確認する方法として、泡による励起光の散乱モニター法[1]を考案し、実際にp-InGaN電極において、観測される散乱光の強度変化から水素の発生を確認した。図2は、約10 μAのカソード方向の光電流による水素泡の発生、成長、脱離の様子を散乱光強度変化として観測した結果の一部である。水素泡の体積は時間に比例して増加するが、ディテクタに入る散乱光強度は泡の面積に依存するため上に凸の増加関数になったと考えられる。

＜結論＞

p-InGaNの可視光励起で光電流を観測し、散乱光モニターによって水分解による水素発生を確認した。

＜参考文献＞

[1] R.Morita, T.Narumi and N.Kobayashi , JJAP 45 (2006) 2525.

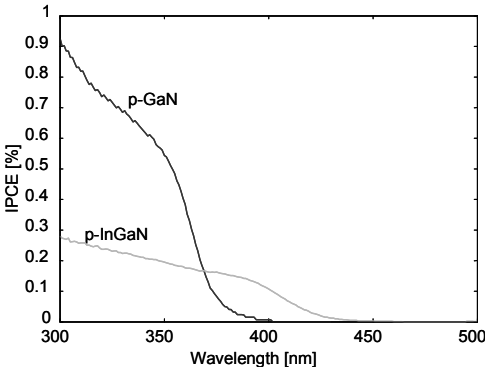


Figure 1 shows the Incident Photon to Current Efficiency (IPCE) spectra for p-GaN and p-InGaN. The x-axis represents Wavelength [nm] from 300 to 500 nm, and the y-axis represents IPCE [%] from 0 to 1.0. The p-GaN curve (black) shows a high IPCE of approximately 0.9% at 300 nm, which decreases sharply to near zero by 400 nm. The p-InGaN curve (grey) shows a lower IPCE of approximately 0.25% at 300 nm, which decreases more gradually to near zero by 450 nm.

図1 p-GaN, p-InGaNのIPCE

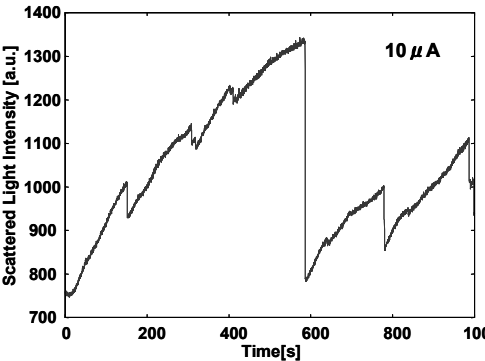


Figure 2 shows the change in Scattered Light Intensity [a.u.] over Time [s]. The x-axis ranges from 0 to 1000 seconds, and the y-axis ranges from 700 to 1400 a.u. The plot displays a sawtooth pattern, indicating periodic increases and decreases in scattered light intensity. The peaks occur at approximately 100, 200, 400, 600, and 800 seconds, with the highest peak reaching about 1350 a.u. at 600 seconds. The label "10 μA" is present in the upper right corner of the plot area.

図2 散乱光強度変化

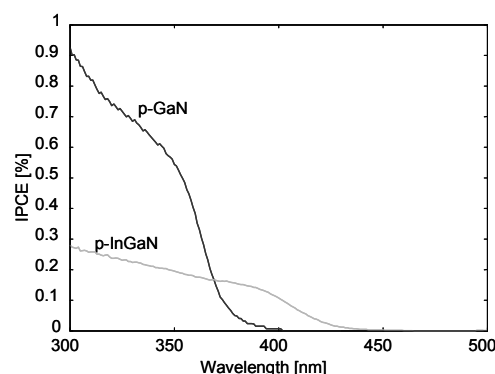


図1 p-GaN, p-InGaNのIPCE

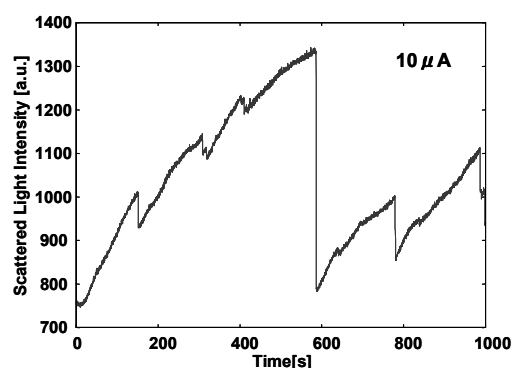


図2 散乱光強度変化